

Jarak Distribusi dengan Kadar Sisa Klor di Perumda Air Minum

The Relationship Between Distribution Distance and Residual Chlorine Levels in a Regional Drinking Water Utility

Hapsari Dyah Ayuhandi✉, Yuni Wijayanti

Prodi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Article Info

Article History:

Submitted: 2025-02-24

Revised: 2025-03-12

Accepted: 2025-04-04

Published: 2025-04-16

Keywords:

Water, PDAM, Residual of Chlorine

DOI:

<https://doi.org/10.15294/higeia/v9i2/21715>

Abstrak

Salah satu faktor risiko penyakit diare adalah faktor lingkungan misalnya jenis sumber air bersih yang diperoleh, jenis sumber air untuk minum, dan kualitas bakteriologis air minum. Data dari Dinkes Kota Semarang, kasus diare hingga periode Juli 2023 tercatat sebanyak 21.059 kasus ditemukan dan ada total 36.562 kasus diare dalam satu tahun penuh di Kota Semarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan jarak distribusi dengan kadar sisa klor di rumah pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan rancangan cross sectional. Data diambil pada bulan November 2023 dengan data dalam penelitian ini meliputi data hasil pemantauan kualitas air pada Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang bulan September sampai Oktober tahun 2023. Pengumpulan data menggunakan teknik dokumentasi, diolah datanya dengan uji statistik Kolmogorov-smirnov, dan dianalisis dengan uji Korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan ada hubungan negatif antara jarak distribusi dengan sisa klor, dimana semakin bertambah jarak sumber air ke rumah pelanggan maka kadar sisa klor akan semakin berkurang dengan nilai $p=0,000$ dan nilai $r = -0,320$. Kesimpulan penelitian yaitu hubungan ini memiliki korelasi yang lemah, artinya ada faktor lain yang juga ikut mempengaruhi.

Abstract

Salah satu faktor risiko penyakit diare adalah faktor lingkungan misalnya jenis sumber air bersih yang diperoleh, jenis sumber air untuk minum, dan kualitas bakteriologis air minum. Data dari Dinkes Kota Semarang, kasus diare hingga periode Juli 2023 tercatat sebanyak 21.059 kasus ditemukan dan ada total 36.562 kasus diare dalam satu tahun penuh di Kota Semarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan jarak distribusi dengan kadar sisa klor di rumah pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan rancangan cross sectional. Data diambil pada bulan November 2023 dengan data dalam penelitian ini meliputi data hasil pemantauan kualitas air pada Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang bulan September sampai Oktober tahun 2023. Pengumpulan data menggunakan teknik dokumentasi, diolah datanya dengan uji statistik Kolmogorov-smirnov, dan dianalisis dengan uji Korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan ada hubungan negatif antara jarak distribusi dengan sisa klor, dimana semakin bertambah jarak sumber air ke rumah pelanggan maka kadar sisa klor akan semakin berkurang dengan nilai $p=0,000$ dan nilai $r = -0,320$. Kesimpulan penelitian yaitu hubungan ini memiliki korelasi yang lemah, artinya ada faktor lain yang juga ikut mempengaruhi.

© 2025 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

J Jl. Kelud Utara III, Kampus Kedokteran UNNES

Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50237

E-mail: hapsariayuhani@students.unnes.ac.id

p ISSN 2541-5581

e ISSN 2541-5603

PENDAHULUAN

Pada bidang kesehatan, menipisnya air bersih di Kota Semarang menjadi salah satu pemicu peningkatan kasus diare di ibu kota Jawa Tengah tersebut (Sejati et al., 2015). Di Kota Semarang diare masuk dalam 10 besar penyakit tertinggi yang masih menjadi perhatian dari pemerintah. Selama periode tahun 2023, Dinas Kesehatan Kota Semarang mencatat kasus diare mengalami tren peningkatan selama musim kemarau (Dinkes Kota Semarang, 2022). Data dari Dinkes Kota Semarang, kasus diare hingga periode Juli 2023 tercatat sebanyak 21.059 kasus ditemukan dan ada total 36.562 kasus diare dalam satu tahun penuh di Kota Semarang (Dinkes Kota Semarang, 2022).

Salah satu faktor risiko penyakit diare adalah faktor lingkungan misalnya jenis sumber air bersih yang diperoleh, jenis sumber air untuk minum, dan kualitas bakteriologis air minum. Persyaratan air minum yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum adalah parameter mikrobiologi dengan indikator kandungan bakteri *Escherichia coli* (Permenkes RI, 2010). Secara umum, pengelolaan air bersih di Kota Semarang dilakukan oleh Perusahaan Umum Daerah (Perumda) selaku badan usaha milik daerah.

Pada monitoring kualitas air di pelanggan, Perumda Air Minum Tirta Moedal Semarang bekerjasama dengan Dinas Kesehatan Kota Semarang secara periodik melakukan sampling kualitas air di beberapa wilayah dan titik pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Rumah tangga yang menggunakan sumber air minum bersih di Kota Semarang tahun 2022 mencapai 88,13%. Persentase rumah tangga yang memiliki akses air bersih sebesar 99,36% (Profil Kesehatan Kota Semarang, 2022). Secara umum pengolahan air terdiri dari 3 macam, yaitu pengolahan secara fisika, kimia, dan biologi (Siahaan, 2014). Pada pengolahan secara kimiawi terdapat penambahan bahan kimia seperti klor, tawas, dan lain-lain, biasanya untuk menyisihkan logam-logam berat yang terkandung dalam air (Sarwenda et al., 2022). Salah satu prinsip tersebut yaitu dengan pengolahan air dengan cara desinfeksi. Disinfektan yang sering sekali digunakan adalah senyawa klor. Senyawa ini sering dipilih karena biayanya yang murah, tidak berbau, dan aman (Sofia et al., 2015).

Hasil dari sisa pembubuhan disinfektan berupa klorin disebut sisa klor (Hakim, 2018). Sisa klor yang tepat merupakan salah satu aspek penting untuk menjamin air yang didapat konsumen merupakan air dengan kualitas yang baik. Jika keberadaan sisa klor bebas didalam jaringan distribusi kurang dari 0,2 mg/l maka bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan waterborne diseases pada masyarakat (Soemirat, 2002). Di sisi lain jika sisa klor bebas di dalam jaringan distribusi lebih dari 0,5 mg/l maka akan menyebabkan bau kaporit yang tajam dan membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi.

Menurut Asmadi (2011), faktor yang mempengaruhi kecepatan dan kemampuan dalam proses klorinasi yaitu keadaan mikroorganisme, jenis dan konsentrasi disinfektan, waktu kontak dan faktor lingkungan termasuk diantaranya suhu, pH, dan kualitas air. Di sisi lain, menurut Desi (2018), 5 faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klorin pada jaringan distribusi air minum yaitu pH, kekeruhan, dan jarak distribusi. Jauhnya jarak yang ditempuh air minum dalam jaringan pipa Perumda Air Minum untuk sampai ke pelanggan akan berpengaruh pada kualitas air distribusi, karena terjadinya kontaminasi selama proses pendistribusian. Penurunan kadar sisa klor seiring dengan bertambahnya jarak distribusi dapat mengindikasikan berkurangnya efektivitas desinfeksi. Sisa klor bebas memiliki sifat yang mudah menguap, sehingga semakin jauh letak rumah pelanggan dari sumber air mengakibatkan waktu tempuh air yang lebih lama selama pendistribusian air, sisa klor akan aktif bereaksi dan jumlahnya akan menurun seiring bertambahnya jarak tempuh air (Ginanjawati et al., 2018). Oleh karena itu, Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang secara rutin melakukan pengawasan kualitas air salah satunya pengawasan terhadap kadar sisa klor.

METODE

Jenis dan rancangan penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif dengan rancangan cross sectional. Lokasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah rumah pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Pada penelitian kali ini variabel yang digunakan yaitu variabel bebas meliputi jarak distribusi dan variabel terikat meliputi kadar sisa klor. Instrumen yang digunakan di dalam penelitian ini adalah catatan yang didesain oleh peneliti berupa tabel kualitas air pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Pada penelitian ini teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total sampling dengan jumlah sample 116 pelanggan. Sumber data dalam penelitian ini dari data hasil pemantauan kualitas air pada pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang bulan September sampai Oktober tahun 2023. Data yang terkumpul diolah dan dianalisis dengan uji statistik Kolmogorov-smirnov dan uji Korelasi Pearson.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data variabel sisa klor, diperoleh rata-rata sisa klor di rumah pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang adalah 0,33 mg/l, dengan nilai median 0,29 mg/l, nilai terendah sisa klor 0,15 mg/l dan sisa klor tertinggi adalah 0,76 mg/l. Berdasarkan Tabel 2 mayoritas frekuensi variabel sisa klor terletak pada interval 0,15 – 0,25 sebanyak 49 (42,10%) dan paling sedikit terletak pada interval 0,59 – 0,69 dan 0,70 – 0,80 dengan 1 (0,9%).

Tabel 1. Nilai *Mean* (rata-rata), Median, Standar Deviasi, Minimal, dan Maksimal

Variabel	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Standar Deviasi</i>	Minimal	Maksimal
Sisa Klor	0,33 mg/l	0,29 mg/l	0,12 mg/l	0,15 mg/l	0,76 mg/l
Jarak	4,00 km	3,29 km	2,67 km	0,16 km	11,43 km
Suhu	29,22 °C	29,20 °C	1,44 °C	20,20 °C	32,80 °C
pH	7,38	7,47	0,42	6,52	8,20

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Variabel Sisa Klor

Interval	f	Persentase (%)
0,15 – 0,25	49	42,10%
0,26 – 0,36	27	23,20%
0,37 – 0,47	17	14,60 %
0,48 – 0,58	21	18,10%
0,59 – 0,69	1	0,9%
0,70 – 0,80	1	0,9%
Jumlah	116	100%

Berdasarkan hasil penelitian pada variabel jarak di Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang tahun 2023 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Variabel Jarak

Interval	f	Persentase (%)
0,16 – 1,56	20	17,6%
1,57 – 2,97	34	30,2%
2,98 – 4,38	20	17,8%
4,39 – 5,79	14	12,5%
5,80 – 7,20	10	8,9%
7,21 – 8,61	10	9%
8,62 – 10,02	4	3,6%
10,03 – 11,43	4	3,6%
Jumlah	116	100%

Berdasarkan data variabel jarak diperoleh hasil rata-rata jarak distribusi dari sumber air ke rumah pelanggan adalah 4 km dengan nilai median yaitu 3,29 km , nilai minimum 0,16 km, dan dengan nilai maksimum 11,43 km. Berdasarkan tabel 4.5 mayoritas frekuensi variabel jarak terletak

pada interval 1,57 – 2,97 sebanyak 34 (30,2%) dan paling sedikit terletak pada interval 8,62 – 10,02 dan 10,03 – 11,43 sebanyak 4 (3,6%). Berikut hasil penelitian pada variabel suhu di Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang tahun 2023:

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Variabel Suhu

Interval	f	Persentase (%)
20,20 – 21,80	1	0,9%
25,03 – 26,63	1	0,9%
26,64 – 28,24	18	15,5%
28,25 – 29,85	57	48,9%
29,86 – 31,46	37	31,8%
31,47 – 33,07	2	1,8%
Jumlah	116	100%

Berdasarkan data variabel suhu, diperoleh hasil rata-rata suhu adalah 29,22 OC dengan nilai median 29,20 OC, nilai minimum 20,20 OC, dan dengan nilai maksimum yaitu 32,80 OC. Berdasarkan Tabel 4 mayoritas frekuensi variabel suhu terletak pada interval 28,25 – 29,85 sebanyak 57 (48,9%) dan paling sedikit terletak pada interval 20,20 – 21,80 dan 25,03 – 26,63 dengan masing-masing 1 (0,9%). Berikut hasil penelitian pada variabel pH di Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang tahun 2023:

Tabel 5. Hasil Analisis Multivariat menggunakan Uji Regresi Logistik

Interval	f	Persentase (%)
6,52 – 6,73	8	7,2%
6,74 – 6,95	19	16,5%
6,96 – 7,17	11	9,8%
7,18 – 7,39	13	11,4%
7,40 – 7,61	18	15,7%
7,62 – 7,83	34	29,4%
7,84 – 8,05	10	8,7%
8,06 – 8,27	3	2,7%
Jumlah	116	100%

Berdasarkan data variabel pH, diperoleh hasil rata-rata pH adalah 7,38 dengan nilai median 7,47, nilai minimum 6,52, dan dengan nilai maksimum yaitu 8,20. Berdasarkan tabel 5 mayoritas frekuensi variabel pH terletak pada interval 7,62 – 7,83 sebanyak 34 (29,4%) dan paling sedikit terletak pada interval 8,06 – 8,27 sebanyak 3 (2,7%).

Tabel 6. Hubungan Jarak Distribusi dengan Kadar Sisa Klor di Rumah Pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang

		Jarak	Sisa Klor
Jarak	Pearson Correlation	1	-.320**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	116	116
Sisa Klor	Pearson Correlation	-.320**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	116	116

Berdasarkan tabel diatas hasil uji menunjukkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara jarak dengan sisa klor, karena diperoleh nilai *p-value* sig. 0,000<0,05 dan untuk nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai korelasi negatif dengan kekuatan yang lemah antara jarak dengan sisa klor ($r=-0,320$). Uji korelasi bertanda negatif menunjukkan bahwa semakin jauh jarak rumah dengan sumber air maka semakin kecil kadar sisa klor pada jaringan distribusi Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Seiring dengan koefisien determinasi ($r^2=10,24\%$) menunjukkan jarak

dengan sumber air berpengaruh sebesar 10,24% dalam penurunan sisa klor pada jaringan distribusi air Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang.

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian yang telah dilakukan antara lain: 1) Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata sisa klor di rumah pelanggan adalah 0,33 mg/l. Menurut Permenkes RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum telah memenuhi syarat karena rata-rata sisa klor $> 0,2$ mg/l. 2) Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata jarak distribusi dari sumber air ke rumah pelanggan adalah 4 km. 3) Ada hubungan antara sisa klor dengan jarak distribusi karena nilai p value sig. $0,000 < 0,05$ dengan nilai koefisien korelasi $-0,320$. Jadi, semakin jauh jarak distribusi maka sisa klor akan semakin kecil pada rumah pelanggan Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Saran bagi 1) Instansi Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang Diharapkan agar meningkatkan pengawasan jaringan perpipaan distribusi air kepelanggan dan diharapkan kepada pihak Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang agar dapat meningkatkan pengawasan dalam pendosisan klorin. 2) Bagi institusi pendidikan Universitas Negeri Semarang hasil penelitian ini dapat menjadi tambahan wawasan ilmu pengetahuan kesehatan lingkungan tentang hubungan jarak distribusi dengan kadar sisa klor di rumah pelanggan Perumda Air Minum. 3) Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian dengan menambah variabel yang lain yang belum diteliti oleh peneliti dengan menambah jumlah sampel pada jaringan distribusi air Perumda Air Minum.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN GENERATIF

Penulis menyatakan bahwa tidak ada kecerdasan artifisial (AI) generatif atau teknologi berbantuan AI yang digunakan dalam proses penulisan manuskrip ini.

PERNYATAAN BENTURAN KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada benturan kepentingan finansial maupun hubungan personal yang diketahui dapat memengaruhi karya yang dilaporkan dalam artikel ini.

PERNYATAAN INFORMASI PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima hibah khusus dari lembaga pendanaan di sektor publik, komersial, maupun nirlaba.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Hapsari Dyah Ayuhani: Konseptualisasi, Metodologi, Kurasi data, Analisis formal, Penulisan - Draf Asli. **Yuni Wijayanti:** Validasi, Supervisi, Administrasi proyek, Sumber daya, Penulisan - Tinjauan & Penyuntingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2015). *Metode penelitian kuantitatif*. Aswaja Pressindo.
- Adnan, F., Anggita, C., & Busyairi, M. (2020). Evaluasi efektivitas klorinasi terhadap penurunan bakteri *Coliform* pada unit desinfeksi IPA unit Bengkuring PDAM Tirta Kencana Samarinda. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 4(2), 1–6.
- Afrianta, R., Komala, P. S., & Andriani, Y. (2016). Kajian kadar sisa klor di jaringan distribusi penyediaan air minum Rayon 8 PDAM Kota Padang. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II*, 1(2), 144–151.
- Alang, H. (2015). Deteksi *Coliform* air PDAM di beberapa kecamatan Kota Makassar. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(1), 16–20.

- Andhika, D., Trijoko, & Yusniar, H. D. (2013). Kadar sisa chlor dan kandungan bakteri *E. coli* Perusahaan Air Minum Tirta Moedal Semarang sebelum dan sesudah pengolahan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2(1), 1–9.
- Anes, B. M. C. R., Warouw, F., & Akili, R. H. (2017). Gambaran total *Coliform* pada air bersih PDAM Minahasa Unit Kawangkoan tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 6(3), 1–5.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Asryadin, Christyaningsih, J., & Soedarjo. (2012). Pengaruh jarak tempuh air dari unit pengolahan air terhadap pH, suhu, kadar sisa klor dan angka lempeng total bakteri (ALTB) pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Analis Kesehatan Sains*, 1(1), 1–10.
- Astiria, R. A. (2017). *Kualitas pelayanan dalam pemasangan sambung baru di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Moedal Semarang Cabang Selatan Januari sampai April 2017* [Skripsi, Universitas Diponegoro]. Repositori Institusi UNDIP.
- Burhan, N., Nagu, N., & Anwar, C. (2017). Tinjauan instalasi pengolahan air bersih PDAM di Danau Ngade. *Jurnal SIPIL Sains*, 7(13), 13–22.
- Dinas Kesehatan Kota Semarang. (2022). *Profil kesehatan Kota Semarang tahun 2022*. Dinas Kesehatan Kota Semarang.
- Farida. (2004). *Proses pengolahan air sungai untuk keperluan air minum* [Karya ilmiah]. Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.
- Fuadi, A. (2012). *Pengaruh residual klorin terhadap kualitas mikrobiologi pada jaringan distribusi air bersih (Studi kasus: Jaringan distribusi air bersih IPA Cilandak)* [Tesis, Universitas Indonesia]. Repositori Institusi UI.
- Ginanjariwati, W., Setiani, O., & Astorina, N. (2018). Hubungan jarak rumah ke instalasi pengolahan air dengan kadar sisa chlor pada jaringan distribusi IPA Pucang Gading PDAM Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1), 1–23.
- Hardani, Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Metode penelitian kualitatif & kuantitatif*. CV Pustaka Ilmu Group.
- Hermiyanti, P., & Wulandari, E. (2017). Gambaran sisa klor dan MPN *Coliform* jaringan distribusi air PDAM. *Jurnal Media Kesehatan*, 10(2), 118–125.
- Irwanto, D. (2023, 22 September). *Wilayah di 30 daerah Jawa Tengah kekeringan ekstrem*. Metro TV News.
- Kallista, V., Winardi, W., & Christiadora Asbanu, G. (2023). Analisis konsentrasi sisa klor dan total *Coliform* pada jaringan distribusi pipa air minum di PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), 180–190.
- Khakim, A. R. (2017). *Dinamika bakteri Coliform disebabkan oleh tekanan, kekeruhan dan sisa chlor di Kota Surabaya* [Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. Repositori Institusi ITS.
- Kurniawan, A., Yekti, A. P., & Wikurendra, E. A. (2020). Literature review: Jarak distribusi terhadap sisa klor dan keberadaan mikroorganisme air minum. *Prosiding National Conference for Ummah (NCU)*, 1–8.
- Lestari, W. D., Edahwati, L., & Saputro, W. (2021). *Disinfeksi air minum: Prinsip dan aplikasi*. CV Putra Media Nusantara.
- Lismawati. (2021). Evaluasi kualitas air pada sistem pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di Kecamatan Bukit Kab. Bener Meriah. *Lingkar: Journal of Environmental Engineering*, 2(2), 1–10.
- Lisna, F. (2021). *Analisis kandungan sisa klor dan Escherichia coli dalam jaringan distribusi di District Meter Area (DMA) 2 Zona Bukit Surungan Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Air Minum Kota Padang Panjang* [Skripsi, Universitas Andalas]. Repositori Institusi Universitas Andalas.
- Liu, B., Reckhow, D. A., & Li, Y. (2014). A two-site chlorine decay model for the combined effects of pH, water distribution temperature and in-home heating profiles using differential evolution. *Water Research*, 53, 47–57.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Kementerian Kesehatan RI.
- Muniroh, N. Z., Nurjazuli, N., & Trijoko, T. (2018). Hubungan jarak tempuh dengan kadar sisa chlor bebas dan MPN *Coliform* di PDAM Reservoir Medini Kudus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 289–296.

- Musli, V., & de Fretes, R. (2016). Analisis kesesuaian parameter kualitas air minum dalam kemasan yang dijual di Kota Ambon dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). *ARIKA*, 10(1), 57–74.
- Natalia, L. A., Bintari, S. H., & Mustikaningtyas, D. (2019). Kajian kualitas bakteriologis air minum isi ulang di Kabupaten Blora. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1), 31–38.
- Notoatmodjo, S. (2005). *Metodologi penelitian kesehatan*. Rineka Cipta.
- Notoatmodjo, S. (2018). *Metodologi penelitian kesehatan*. Rineka Cipta.
- Novian, A. (2014). Kepatuhan minum obat pasien hipertensi di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang. *Unnes Journal of Public Health*, 3(3), 1–9.
- PDAM Tirta Moedal Kota Semarang. (2019). *Cakupan pelayanan tahun 2023*. PDAM Kota Semarang.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Kementerian Kesehatan RI.
- Puskesmas Bangetayu. (2023). *Profil kesehatan UPTD Puskesmas Bangetayu tahun 2023*. Dinas Kesehatan Kota Semarang.
- Putri, F. H. (2012). *Pengaruh jarak distribusi air terhadap kadar sisa khlor, jumlah E. coli dan MPN Coliform pada jaringan distribusi air PDAM Kabupaten Nganjuk* [Skripsi, Universitas Airlangga]. Repositori Institusi UNAIR.
- Rifani, M., Raharja, M., & Isnawati. (2016). Kadar sisa klor terhadap nilai MPN *Coliform* pada jaringan perpipaan PDAM di Kabupaten Hulu Sungai Utara. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 13(2), 350–357.
- Riyanto, A. (2011). *Aplikasi metodologi penelitian kesehatan*. Nuha Medika.
- Rozanto, N. E., & Windraswara, R. (2017). Kondisi sanitasi lingkungan kolam renang di Kota Semarang. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 1(3), 90–93.
- Sari, D. R. (2018). *Faktor-faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klorin pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan* [Skripsi, STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun]. Repositori Institusi STIKES BHM.
- Sarwenda, Y., Oktarianita, O., Amin, M., & Wati, N. (2022). Analisis proses pengolahan air minum pada Perusahaan Daerah Air Minum Desa Cahaya Negeri. *Jurnal Kesehatan Lingkungan: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 19(1), 7–14.
- Sejati, A., & Sofiana, L. (2015). Faktor-faktor terjadinya tuberkulosis. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 122–128.
- Siahaan, R. (2014). *Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman (PUSKIM).
- Sinha, S. K., Davis, C., Gardoni, P., Babbar-Sebens, M., Stuhr, M., Huston, D., Cauffman, S., Williams, W. D., Alanis, L. G., Anand, H., & Vishwakarma, A. (2023). Water sector infrastructure systems resilience: A social-ecological-technical system-of-systems and whole-life approach. *Cambridge Prisms: Water*, 1, 1–50.
- Soemirat, J. (2002). *Kesehatan lingkungan*. Gadjah Mada University Press.
- Sofia, E., Riduan, R., & Abdi, C. (2015). Evaluasi keberadaan sisa klor bebas di jaringan distribusi IPA Sungai Lulut PDAM Bandarmasih. *Jukung: Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 33–52.
- Sudibyo, S., & Supardi, S. (2014). *Metodologi penelitian kesehatan*. Trans Info Media.
- Sugiarti, A., Yuliani, E., & Prasetyorini, L. (2014). *Analisis pengaruh jarak pengaliran, pH, suhu, tekanan, dan kandungan besi terhadap konsentrasi sisa klorin dan koloni Coliform pada sumber air Wéndit PDAM Kota Malang* [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Repositori Institusi UB.
- Sugiyono. (2009). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kuantitatif*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian kualitatif*. Alfabeta.
- Suprihatin, Suparno, & Ono. (2016). *Teknologi proses pengolahan air*. IPB Press.
- Supriyadi, Sumantri, I., & Hartati, I. (2016). Pengaruh dosis klorin pada pertumbuhan bakteri *Coliform* total dan *Escherichia coli* pada Sungai Kreo, Sungai Garang dan Sungai Tugu Suharto. *Momentum*, 12(1), 30–35.
- Syahputra, B. (2012). Analisis sisa khlor pada jaringan distribusi air minum PDAM Kota Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 1–5.
- Tritjahjo, D. S. (2019). *Ragam dan prosedur penelitian tindakan*. Satya Wacana University Press.

- Victor, T. H., & Taruli, R. S. (2019). *Analisis data statistik parametrik aplikasi SPSS dan STATCAL*. Yayasan Kita Menulis.
- Waluyo, L. (2009). *Mikrobiologi lingkungan*. UMM Press.
- Widiastuti, S. (2017). *Hubungan antara jarak perpipaan distribusi air PDAM Instalasi Kamijoro Bantul dengan sisa klor dan keberadaan bakteri Coliform dan Escherichia coli* [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta]. Repositori Institusi UNY.
- Wiratha, I. M. (2006). *Metodologi penelitian sosial ekonomi*. Andi Offset.
- Yam, J. H., & Taufik, R. (2021). Hipotesis penelitian kuantitatif. *Perspektif: Jurnal Ilmu Administrasi*, 3(2), 96–102.
- Yani, S. D., & Roosmini, D. (2008). Pengaruh jarak terhadap penurunan sisa klor di jaringan distribusi PAM Jaya Jakarta daerah pelayanan Jakarta Barat. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan*, 1–12.